

В диссертационный совет

74.1.008.01

АО «НПП «Исток» им. Шокина»

141190, г. Фрязино, Московская область,

ул. Вокзальная, дом 2а, корпус 1

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «НИИ «Феррит-Домен»



М.Ю. Каваев

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Коломина Виталия Михайловича «Высокодобротные резонаторы в системе оксидов Ва-Mg-Ta для твердотельных автогенераторов и фильтров СВЧ», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2 – Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств.

Характеристики современной и перспективной аппаратуры связи и радиолокации зависят от функциональных параметров, используемых в них твердотельных автогенераторов и фильтров СВЧ, которые в значительной степени определяются свойствами используемых в них изделий электронной компонентной базы (ЭКБ). Создание диэлектрических резонаторов с высокой добротностью обеспечит в твердотельных автогенераторах и фильтрах СВЧ увеличение частоты формирования сигналов, снижение уровня фазового шума, повышение температурной стабильности и уменьшение их массогабаритных характеристик. По этой причине в диссертационной работе В.М. Коломина представлены результаты создания диэлектрических

резонаторов в системе оксидов Ва-Mg-Ta с высокой добротностью являются важными и актуальными.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Работа изложена на 160 страницах машинописного текста, содержит 74 рисунка и графика, 26 таблиц. Список использованных источников включает 124 наименования. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с действующими требованиями ВАК России. Работа изложена ясным научным языком. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Во введении обоснована актуальность работы, отмечены современные тенденции развития электронной компонентной базы для твердотельной техники СВЧ диапазона. Обоснован выбор направления исследований, определены цели и задачи исследований, показана актуальность темы диссертационной работы.

В первой главе приведён обзор и анализ научно-технической литературы в области исследований диэлектрических резонаторов с добротностью не менее 20000 на резонансной частоте 10 ГГц. Рассмотрены ключевые параметры необходимые для достижения высокой добротности.

Во второй главе приведена информация о используемых методиках измерений характеристик исходных компонентов, а также структуры материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta и электрических параметров диэлектрических резонаторов.

В третьей главе исследованы характеристики исходных компонентов для создания материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta. Проведено исследование влияния модификаторов на образование основной $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ и промежуточных фаз. Выдвинута гипотеза о том, что модификатор Ni_2O_3 будет способствовать образованию только основной фазы $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$, что обеспечит добротность не менее 20000. Гипотеза подтверждена экспериментом, модификатор Ni_2O_3 обеспечивает добротность не менее 20000 диэлектрических резонаторов из материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta.

В четвертой главе исследуются причины и пути повышения процента выхода годных диэлектрических резонаторов по критерию качества добротность не менее 20000. Исследуется технологический процесс двухстадийного формования заготовок диэлектрических резонаторов для сокращения времени спекания и, как следствие, повышение процента выхода годных. Предложен технологический процесс формования заготовок ДР в форме цилиндрического стержня для обеспечения условий последующей механической обработки и создания миниатюрных ДР с частотой до 40 ГГц. Предложен и реализован оригинальный метод группового измерения температурного коэффициента частоты диэлектрического резонатора.

В пятой главе представлены экспериментальные данные исследования влияния высокой добротности диэлектрических резонаторов на основе

материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta, полученной в результате данной работы, на характеристики твердотельных автогенератора и фильтра СВЧ.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы, выводы и перспективы дальнейшей разработки темы.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что:

- экспериментально установлено, что введение в систему оксидов Ва-Mg-Ta модификатора Ni_2O_3 сверх стехиометрии в концентрации 0,5...1% обеспечивает добротность ДР не менее 20000 (на частоте 10 ГГц) после спекания за счет образования основной фазы $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$ и исключения образования промежуточных фаз.

- предложен и реализован оригинальный технологический процесс двухстадийного формования диэлектрических резонаторов на основе материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta со средним гранулометрическим составом $3,2 \pm 0,3$ мкм, который заключается в одноосном прессовании с удельным давлением 30...40 МПа и последующем гидростатическом прессовании с удельным давлением 150...180 МПа, что обеспечивает сокращение времени спекания с 80 ч до 30 ч при температуре 1600 °С и двукратно повышает выход годных ДР с добротностью не менее 20000.

- предложен и реализован технологический процесс двухстадийного формования заготовок ДР в форме цилиндрического стержня из материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta и спеканием при температуре 1600 °С, что позволяет обрабатывать бесцентровым шлифованием заготовку ДР до диаметра величиной от 1,1 до 3 мм с резкой алмазным диском на миниатюрные резонаторы высотой от 0,5 до 2 мм, обеспечивая рабочие резонансные частоты ДР в диапазоне от 30 до 40 ГГц.

- предложен и реализован оригинальный метод группового нагрева ДР для последующего измерения ТКЧ, который обеспечивает увеличение производительности в 6,5 раз с сохранением точности за счет центрующих элементов в измерительной камере.

Обоснованность и достоверность сформулированных в работе положений, основных выводов подтверждается тем, что исследования не противоречат экспериментальным данным предшествующих исследований в области создания диэлектрических резонаторов. В ходе работы использовались общепринятые эмпирические методы исследования диэлектрических резонаторов и современное оборудование для получения экспериментальных данных. Результаты диссертационного исследования апробированы на 18 российских и международных научно-технических конференциях.

Основные результаты работы опубликованы в 29 научных работах, в том числе в 8 изданиях, рекомендованных ВАК. Получено 2 патента на изобретение Российской Федерации. Результаты исследований доложены и

обсуждались на 18 российских и международных научно-технических конференциях.

Практическая значимость обеспечена использованием результатов работы при выполнении опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ по созданию диэлектрических резонаторов с применением в твердотельных автогенераторах и фильтрах СВЧ в АО «НПП «Исток» им. Шокина», а также использованием результатов работы в образовательной программе филиала РТУ МИРЭА, г. Фрязино.

В автореферате достаточно полно отражены основные положения и выводы диссертации, которая выполнена на высоком научно-техническом уровне.

К недостаткам диссертационной работы следует отнести следующее:

- отсутствует обоснование заданного интервала усилия давления гидростатического прессования заготовок диэлектрических резонаторов перед термической обработкой;

- отсутствуют подробные характеристики твердотельного автогенератора СВЧ, который использован для опробования созданных в результате работы диэлектрических резонаторов;

- не указан материал, из которого изготовлены центрующие элементы, используемые в методе группового нагрева диэлектрических резонаторов для последующего измерения ТКЧ;

- имеется ряд опечаток в тексте диссертации.

Однако отмеченные недостатки не снижают ценности диссертационной работы и ее практической значимости. Диссертационная работа Коломина В.М. представляет собой самостоятельное и целостное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне и является законченной научной-квалификационной работой. Результаты исследований имеют научную новизну, а также практическую значимость.

Диссертационная работа Коломина В.М., её содержание, цель, постановка задач и методы их решения, а также полученные автором результаты и их анализ соответствуют паспорту специальности 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств. Диссертационная работа удовлетворяет требования п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, в её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.

Содержание работы, автореферат и отзыв на диссертацию Коломина В.М. рассмотрены и одобрены на заседании НТС от 6 мая 2025 г.

Сведения о ведущей организации: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Феррит-Домен».

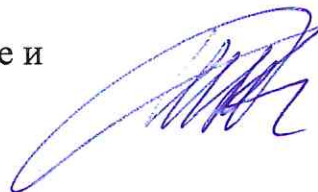
Адрес: 196084, г. Санкт-Петербург, Цветочная улица, 25к3.

Тел.: 8 (812) 676-28-83

Электронная почта: dpo@domen.ru

Сайт: <http://www.domen.ru>

Руководитель управления по науке и
инновационному развитию



/Н.Н. Шарова/